



WAGENINGEN UR
For quality of life

Basiskennis roofmijten voor een betere plaagbestrijding

Literatuurstudie naar de effecten van gewas, klimaat en licht op
generalistische bladbewonende roofmijten

Gerben Messelink en Renata van Holstein-Saj



Wageningen UR Glastuinbouw, Bleiswijk
augustus 2012

Rapport/Nota nummer

Abstract NL

Maximaal 200 woorden. Deze is bedoeld om op internet te plaatsen, maar zal ook in het definitieve rapport worden opgenomen.

Abstract UK

Maximaal 200 woorden (Engels, dit kan een vertaling zijn van de Abstract NL). Deze is bedoeld om op internet te plaatsen, maar zal ook in het definitieve rapport worden opgenomen.



Dit project is gefinancierd door het Productschap Tuinbouw.

Intern projectnummer Wageningen UR Glastuinbouw: 3242144000

Projectnummer Productschap Tuinbouw: 14683

Foto's voorzijde: uiterlijke kenmerken van verschillende roofofrijten bij microscopische opnames

Wageningen UR Glastuinbouw

Adres : Violierenweg 1, 2665 MV Bleiswijk
: Postbus 20, 2665 ZG Bleiswijk
Tel. : 0317 - 48 56 06
Fax : 010 - 522 51 93
E-mail : glastuinbouw@wur.nl
Internet : www.glastuinbouw.wur.nl

Inhoudsopgave

	pagina
Samenvatting	1
1 Inleiding	2
2 Literatuurstudie	3
2.1 Opzet en afbakening	3
2.2 Effecten van temperatuur	3
2.3 Effecten van vocht	5
2.4 Effecten van licht	5
2.5 Effecten van prooien en gewas	6
2.6 Conclusies	8
3 Laboratoriumtesten (nog uit te voeren na positieve beoordeling fase 1 van het onderzoek)	9
3.1 Inleiding	9
4 Literatuur	10

Samenvatting

Roofmijten van de familie phytoseiidae zijn in veel gewassen van enorm belang voor de biologische plaagbestrijding van trips, witte vlieg en spint. Inmiddels zijn er 8 soorten commercieel beschikbaar. Het doel van dit onderzoek is om de belangrijkste basiseigenschappen van generalistische roofmijten in kaart te brengen, om daarmee een beter advies te kunnen geven over de inzet van roofmijten in de glastuinbouw. Het onderzoek is opgedeeld in 2 fases: (1) een literatuurstudie om de bestaande kennis over roofmijten in relatie tot effecten klimaat, licht en planteigenschappen op een rij te zetten en (2) laboratoriumtesten met roofmijten om ontbrekende kennis aan te vullen. De conclusies van de literatuurstudie zijn de volgende:

- Roofmijten verschillen in hun ontwikkeling en eileg bij dezelfde temperaturen. Het is nauwelijks bekend wat deze verschillen zijn bij lagere temperaturen.
- Het bepalen van de “chill-coma-temperatuur” is een goede methode om de activiteit bij lagere temperaturen tussen roofmijtsoorten te vergelijken. Deze waarde is tot nu toe alleen bekend van de roofmijt *A. swirskii*.
- Bij alle 8 commercieel beschikbare roofmijtsoorten, met uitzondering van *N. barkeri*, is de gevoeligheid voor lagere luchtvochtigheid gemeten.
- De LH50, wat staat voor Lethal Humidity 50; de luchtvochtigheid waarbij 50 procent van de eieren niet meer uitkomt en sterft, is een goede maat voor droogtegevoeligheid.
- De meest droogtegevoelige soorten zijn *T. limonicus* en *T. montdorensis* en de meest ongevoelige soort is *I. degenerans*.
- Er is weinig literatuur te vinden over de effecten van licht op roofmijten. Bij één studie werd gevonden dat niet zozeer de lichtperiode, maar wel de lichtintensiteit een effect heeft op eileg. Deze was bij *N. cucumeris* lager bij lagere lichtintensiteit.
- Het is lastig om op basis van eerdere proeven met roofmijten in verschillende gewassen concrete voorspellingen te doen over prestaties in andere gewassen, omdat de presentaties altijd het resultaat zijn van effecten van een combinatie van factoren, zoals het type prooi, de klimaatomstandigheden en de gewaseigenschappen. Toch is er een aantal patronen te ontdekken:
 - De soorten *A. swirskii*, *E. ovalis* en *T. limonicus* zijn de meeste effectieve predatoren van wittevlies.
 - De soorten *I. degenerans* en *E. ovalis* lijken veel voordeel te hebben bij de aanwezigheid van nectar (inclusief extraflorale nectar) en stuifmeel en het is aannemelijk dat ze goed presteren in gewassen die hierin voorzien.
 - De roofmijt *T. montdorensis* lijkt het goed te doen op sterk behaarde planten. Op planten met gladde bladeren is er nog geen soort die er duidelijk beter presteert dan anderen.
- Het is aan te bevelen om de effecten van lage temperaturen, licht en plantbehaaring op de verschillende roofmijtsoorten te onderzoeken

1 Inleiding

Roofmijten van de familie phytoseiidae zijn in veel gewassen van enorm belang voor de biologische plaagbestrijding van trips, witte vlieg en spint. Inmiddels zijn er 8 soorten commercieel beschikbaar:

1. *Amblyseius andersoni*
2. *Amblyseius swirskii*
3. *Euseius ovalis*
4. *Iphiseius degenerans*
5. *Neoseiulus barkeri*
6. *Neoseiulus cucumeris*
7. *Typhlodromalus limonicus*
8. *Typhlodromips montdorensis*

De verwachting is dat dit aantal verder zal groeien. In veel demonstratieprojecten zijn en worden nog steeds verschillende roofmijten getest. Dit is belangrijk om te bepalen met welk gewas de roofmijten affiniteit hebben. Door de variatie in het aanbod van roofmijten is het mogelijk om per gewasgroep de meeste geschikte soort te kiezen. Het verwarrende bij deze evaluaties is dat de resultaten variëren. Het lijkt erop dat niet alleen het gewas en de prooi in dat gewas, maar dat ook de teeltomstandigheden van invloed zijn op de resultaten met roofmijten. Het is nu moeilijk aan te geven welke roofmijt het meest geschikt is voor welke omstandigheden, omdat veel kennis over de basiseigenschappen van de verschillende roofmijten ontbreekt. De eigenschappen van al deze roofmijten zijn slechts beperkt bekend en datgene wat bekend is, komt uit verschillende bronnen en geeft soms tegenstrijdige informatie. Telers geven aan dat er behoefte is aan een onafhankelijk advies over de eigenschappen van roofmijten, zodat een goede keuze gemaakt kan worden voor inzet in een bepaald gewas of voor een bepaalde teeltperiode. Vooral over de effecten van het klimaat en licht is veel onduidelijkheid.

Het doel van dit onderzoek was is om de belangrijkste basiseigenschappen van generalistische roofmijten in kaart te brengen, om daarmee een beter advies te kunnen geven over de inzet van roofmijten in de glastuinbouw. Dit werk kan ondersteunend zijn aan verschillende projecten waar de effectiviteit van roofmijten in gewassen worden vergeleken. Dit zal hopelijk leiden tot effectievere biologische bestrijdingsprogramma's of in sommige teelten een verlenging van de periode waarin biologische bestrijding effectief kan worden toegepast.

Het onderzoek is opgedeeld in 2 fases: (1) een literatuurstudie om de bestaande kennis over roofmijten in relatie tot effecten klimaat, licht en planteigenschappen op een rij te zetten en (2) laboratoriumtesten met roofmijten om ontbrekende kennis aan te vullen.

2 Literatuurstudie

2.1 Opzet en afbakening

In de literatuur is gekeken welke eigenschappen van de 8 commercieel beschikbare roofmijten al bekend zijn. Daarbij is gekeken naar effecten van klimaat (vocht en temperatuur), licht, gewas en prooi. Met deze studie kan worden aangegeven welke kennis nog ontbreekt om tot een goed advies te komen over de inzet van deze roofmijten in de glastuinbouw. Verder wordt met deze studie geprobeerd om patronen te herkennen in de effectiviteit van roofmijten in relatie tot gewaseigenschappen en klimaatomstandigheden.

2.2 Effecten van temperatuur

Temperatuur bepaalt voor een belangrijke mate de snelheid waarmee roofmijten zich kunnen ontwikkelen. Voor alle 8 commerciële soorten is bekend wat de ontwikkelingsduur en eileg is bij 25 °C, maar het is meestal niet onderzocht wat dit is bij lagere temperaturen (Tabel 2.1 en 2.2). Bij 25 °C zijn er verschillen tussen de soorten, maar er zijn ook verschillen tussen de studies. Dit is meestal getest op een dieet van stuifmeel (pollen) of trips en een enkele keer op wittevlieg. Voor teelten met lagere temperaturen is het belangrijk te weten hoe roofmijten zich gedragen onder deze omstandigheden. Bij 15°C is alleen voor *T. montdorensis* en *N. barkeri* bekend wat de ontwikkelingstijd is (Tabel 2.1). Recentelijk is een methode ontwikkeld waarbij bepaald kan worden bij welke temperatuur roofmijten nog actief zijn, de zogenaamde “chil coma” temperatuur (Hazel et al., 2008). Waar deze temperatuurgrens bij de verschillende roofmijten ligt is niet bekend. Alleen voor de roofmijt *A. swirskii* is dit gepubliceerd, en de ondergrens voor deze mijt ligt bij 6.2°C (Bale et al., 2009). Door de chill-coma-temperatuur van verschillende mijten vast te stellen, kan bepaald worden welke roofmijten het meest geschikt zijn voor lagere temperaturen. Er zijn duidelijke aanwijzingen dat er grote verschillen zijn. Zo is bij een koude teelt van Poinsettia (14/16 °C) gevonden dat *A. swirskii* veel slechter presteerde dan *E. ovalis*, terwijl het bij hogere temperaturen (18/21 °C) het juist andersom was (Pijnakker et al., 2008a).

Sinds een aantal jaren zijn veel landen met eisen gekomen voor registratie van nieuwe natuurlijke vijanden. Een belangrijke voorwaarde is vaak dat de exotische natuurlijke vijand zich niet kan vestigen buiten de kassen. De tolerantie voor lage temperaturen zal bij veel nieuwe roofmijtsoorten een belangrijke vraag zijn. Maar daarbij gaat het meer om extreme omstandigheden, “kunnen ze de winter overleven?” en niet zozeer over activiteit bij lage temperaturen in gewassen. Voor *A. swirskii* is recent uitgezocht wat de overleving onder Engelse winteromstandigheden is (Allen, 2009). Bij temperaturen onder nul stierven de mijten zeer snel en bij 5°C was de overleving maximaal 8 dagen.

Tabel 2.1. Ontwikkelingssnelheden van roofmijten op verschillende diëten en bij verschillende temperaturen. Bij trips gaat het om de Californische trips *Frankliniella occidentalis* en bij wittevlies om kaswittevlies, *Trialetodes vaporariorum*. De pollensoorten in de verschillende studies komen van diverse plantensoorten.

roofmijtsoort	dieet	ontwikkelingssnelheid (ei-adult, dagen)					bron
		15	18	20	22	25	26-27
<i>A. andersoni</i>	pollen						4.57 Dusco & Camporese, 1991
<i>A. andersoni</i>	trips					6.6	Sengonca et al., 2004
<i>A. swirskii</i>	pollen					6.2	Park et al., 2011
<i>A. swirskii</i>	witte vlieg					6.9	Messelink et al., 2008
<i>A. swirskii</i>	trips					6.3 - 7.76	Wimmer et al., 2008, Messelink et al., 2008, Buitenhuis et al., 2010
<i>A. swirskii</i>	mix trips-witte vlieg					6.7	Messelink et al.
<i>E. ovalis</i>	pollen					4-5, 5.2	Shih et al., 1993, Manjunatha et al., 2001
<i>E. ovalis</i>	witte vlieg						
<i>E. ovalis</i>	trips						
<i>I. degenerans</i>	pollen					7.31-7.99	van Rijn & Tanigoshi, 1999
<i>I. degenerans</i>	trips					5.6	Sengonca et al., 2004
<i>N. barkeri</i>	pollen						
<i>N. barkeri</i>	trips	23.1		9		6	Baier & Karg, 1992
<i>N. cucumeris</i>	pollen						
<i>N. cucumeris</i>	trips					7.6	Buitenhuis et al., 2010
<i>T. limonicus</i>	pollen					6	Steiner et al., 2003a
<i>T. limonicus</i>	witte vlieg						
<i>T. limonicus</i>	trips						
<i>T. montdorensis</i>	pollen	22.1		12.9		7-7.5	6.30 Steiner et al., 2003b; Hatherly et al., 2003
<i>T. montdorensis</i>	witte vlieg						
<i>T. montdorensis</i>	trips						

Tabel 2.2. Ovopositiesnelheid (eileg) van roofmijten bij verschillende temperaturen en op verschillende diëten. Bij trips gaat het om de Californische trips *Frankliniella occidentalis* en bij wittevlieg om kaswittevlieg, *Trialeurodes vaporariorum*. De pollensoorten in de verschillende studies komen van diverse plantensoorten.

roofmijtsoort	dieet	eileg (aantal/dag)						bron
		15	18	20	22	25	26-27	
<i>A. andersoni</i>	pollen						1.38	Dusco & Camporese, 1991
<i>A. andersoni</i>	trips							
<i>A. swirskii</i>	pollen					1.6		
<i>A. swirskii</i>	witte vlieg					2.0		Messelink et al., 2008
<i>A. swirskii</i>	trips					1.4-2.2		Messelink et al., 2008 Buitenhuis et al., 2010
<i>A. swirskii</i>	mix trips-witte vlieg					2.0		Messelink et al., 2008
<i>E. ovalis</i>	pollen					1.9		Shih et al., 1993,
<i>E. ovalis</i>	witte vlieg							
<i>E. ovalis</i>	trips							
<i>I. degenerans</i>	pollen					1.4-/2.3		van Rijn & Tanigoshi, 1999, van Houten et al., 1995
<i>I. degenerans</i>	trips					1.3/1.4		van Houten et al., 1995, Vantornhout et al., 2005,
<i>N. barkeri</i>	pollen					2.4		van Houten et al., 1995
<i>N. barkeri</i>	trips					1.5		van Houten et al., 1995
<i>N. cucumeris</i>	pollen					2.3		van Rijn & Tanigoshi, 1999
<i>N. cucumeris</i>	trips					2.0-2.2		van Houten et al., 1995 Buitenhuis et al., 2010
<i>T. limonicus</i>	pollen					1.4/3.7		van Houten et al., 1995 Steiner et al., 2003a
<i>T. limonicus</i>	witte vlieg							
<i>T. limonicus</i>	trips					3.2		van Houten et al., 1995
<i>T. montdorensis</i>	pollen					1.7		Steiner et al., 2003b
<i>T. montdorensis</i>	witte vlieg							
<i>T. montdorensis</i>	trips							

2.3 Effecten van vocht

Het effect van vocht op roofmijten kan op verschillende manieren gemeten worden, bijvoorbeeld door te kijken bij wat de sterfte of ontwikkelingssnelheid is bij eieren, nimfen of volwassen roofmijten. Een algemene maat voor het vergelijken van de gevoeligheid voor droogte van roofmijten is het vaststellen van de LH50, wat staat voor Lethal Humidity 50; de luchtvochtigheid waarbij 50 procent van de eieren niet meer uitkomt en sterft. Dit getal wordt bepaald op basis van metingen bij verschillende luchtvochtigheden en een regressie tussen de bijbehorende mortaliteitswaarden. Tabel 2.3 geeft de waarden weer op basis van literatuur. Over het algemeen liggen de waarden dicht bij elkaar. De meest droogtegevoelige soorten zijn *T. limonicus* en *T. montdorensis* en de meest ongevoelige soort is *I. degenerans*.

Tabel 2.3. Ondergrens van luchtvochtigheid waarbij 50% van de eieren dood gaan (LH50).

roofmijtsoort	temperatuur bij test (°C)	ondergrens luchtvochtigheid (%)	bron
<i>A. andersoni</i>	20	62	Croft et al.,
<i>A. swirskii</i>	25	63	Ferrero et al., 2010
<i>E. ovalis</i>	25	>62%	Pijnakker & Leman, 2010
<i>I. degenerans</i>	20	56	Williams et al., 2004
<i>N. barkeri</i>	?	?	
<i>N. cucumeris</i>	20	64	Williams et al., 2004
<i>T. limonicus</i>	25	71	Steiner et al., 2003a
<i>T. montdorensis</i>	25	71	Steiner et al., 2003b

2.4 Effecten van licht

Er is weinig literatuur te vinden over de effecten van licht op roofmijten. Een aantal studies dat over licht gaat behandelt vooral de vraag of roofmijten al dan niet in diapauze (winterrust) gaan (bijv. van Houten & Veenendaal, 1990; van Houten et al., 1995), echter, de soorten die nu worden gebruikt zijn allemaal diapauzevrij. Bij één studie is naar effecten van lichtduur en lichtintensiteit gekeken op de roofmijt *N. cucumeris* (Zilah-Balogh et al., 2007). In

deze studie bleek dat zowel de lichtduur (aantal uren per dag) en lichtintensiteit géén effect hadden op het aantal tripsen dat roofmijten vangen. Wel bleek dat de roofmijten mindere eieren leggen bij lagere lichtintensiteit, wat kan verklaren waarom de roofmijten minder snel in aantal toenemen in de winterperiode (Zilah-Balogh et al., 2007).

2.5 Effecten van prooien en gewas

De afgelopen 7 jaar is in een groot aantal gewassen een aantal soorten roofmijten vergeleken voor de bestrijding van trips, wittevlug en spint (Tabel 2.4). In sommige gewassen doen veel roofmijten het goed zoals, paprika, komkommer en aubergine, maar in andere gewassen zoals tomaat en chrysant weer niet. Per gewas zijn er verschillen. Op komkommer doet *T. limonicus* het erg goed en op roos *E. ovalis*. De verschillen tussen gewassen kunnen te maken hebben met de gevoeligheid voor secundaire plantmetabolieten die via de prooi worden opgenomen (bijv. chrysant, tomaat), klierharen of met verschillen in microklimaat, of de aanwezigheid van stuifmeel (paprika, aardbei). Per proef zijn er mogelijk ook verschillen, omdat de effecten afhankelijk kunnen zijn van de klimaatomstandigheden tijdens zo'n proef.

Door de combinaties van verschillende factoren (prooi, klimaat, gewas) is het lastig om heel duidelijke patronen te ontdekken in de prestaties van de verschillende roofmijten. Toch is er een aantal trends te zien. Voor de bestrijding van wittevlug springen *A. swirskii*, *E. ovalis* en *T. limonicus* er vaak uit. Dit zijn in ieder geval geschikte wittevliegpredatoren. Een andere trend is dat roofmijten van het genus *Euseius* en *Iphiseius* zich goed vestigen in gewassen met voedsel van planten. Dit worden de zogenaamde type 4 predatoren genoemd (McMurtry & Croft, 1997). Van de 8 commercieel beschikbare roofmijten vallen *I. degenerans* en *E. ovalis* in deze groep. Beiden presteren erg goed in paprika waar de bloemen veel stuifmeel en nectar produceren. *Euseius ovalis* doet het opvallend goed in roos. Mogelijk dat deze roofmijten veel voordeel hebben bij de extraflorale nectar (figuur). Verder is recent bekend geworden dat deze soorten ook van plantsap kunnen leven (Palevsky et al., in press). Het is dus te verwachten dat planten met stuifmeel, nectar en geschikt zijn voor deze roofmijten. Van gewassen waar roofmijten in zijn getest, is aubergine de meest harige. Uit een recente studie bleek dat de roofmijten *A. swirskii*, *T. limonicus* en *T. montdorensis* allemaal goed presteren in dit gewas, maar *T. montdorensis* leek zich het sterkst te ontwikkelen (Messelink et al., 2012). Mogelijk dat in andere gewassen met veel bladbehang deze soort het ook goed doet. Andersom kunnen op planten met weinig bladbehang sommige soorten het beter doen dan anderen. Bij de soorten die getest zijn op anthurium, kwam er niet echt een soort duidelijk naar voren als beste kandidaat (van der Linden et al., 2009). Veel roofmijten hebben plantharen nodig om hun eieren in af te zetten. Paprikabladd heeft zogenoemde "domatia" waar roofmijten graag schuilen en eieren afzetten (Figuur 2.2). Mogelijk kan het ontbreken van bladharen verholpen worden met kunstmatig aangebrachte vezelstructuren (Loughner et al., 2011).



Figuur 2.1. Extraflorale nectar bij de schubbladeren van roos (cv Red Naomi).



Figuur 2.2. Domatium voor roofmijten op een paprikablad bij de kruising van twee bladaders.

Tabel 2.4. Vestiging van roofmijten bij verschillende gewas-plaag combinaties. ? = onbekend, - = slecht, +/- = matig, + is goed, ++ is uitstekend.

gewas-plaag combinatie	A.a.	A.s.	E.o.	I.d.	N.b.	N.c.	T.l.	T.m.	bron
Cal.trips aardbei		+					+		Hoogerbrugge et al., 2011b
Cal. trips anthurium	+	+	+	?	-	-	-	?	van der Linden???
Cal. trips aubergine	?	++	+/-	+/-	?	+/-	++	?	Messelink & de Groot, 2005
Cal. trips chrysant	?	+/-	?	?	?	+/-	?	?	Beerling et al., 2008
Cal. trips komkommer	?	++	+	+/-	-	+/-	++	?	Messelink et al., 2005, 2006
Cal. trips paprika	+	++	?	++	?	+	?	?	Bolckmans et al., 2005
Cal. trips potanthurium	+	+	+	?	-	-	?	?	van der Linden et al., 2011
Cal. trips roos	+/-	+	+	?	?	+/-	++	+/-	Pijnakker & Ramakers, 2008; Pijnakker & Leman, 2011
Orchideetrips snijanthurium	+/-	+	+	?	-	-	-	?	Pijnakker et al., 2007
kaswittevlieg aardbei	?	+					++		Hoogerbrugge et al., 2011b
kaswittevlieg komkommer	?	++	+	?	?	-	++	?	Messelink et al., 2005
kaswittevlieg gerbera	+/-	+	+/-	?	-	?	?	?	Pijnakker et al., 2006
tabakswittevlieg paprika									
tabakswittevlieg poinsettia	?	+	+	?	?	?	?	?	Pijnakker et al., 2008a
kaswittevlieg roos	-	+	++	?	?	-	++	+/-	Hoogerbrugge et al., 2011a , Pijnakker et al., 2008b.
kaswittevlieg tomaat	?	-	-	?	?	-	+/-	+/-	Messelink et al., 2010
spint komkommer	?	+/-	?	?	?	?	?	?	Messelink et al., 2010
spint roos	+/-	+/-	-	?	?	-	+/-		
spint chrysant	?	+	?	?	?	+	?	?	Beerling et al., 2008
mix plagen aubergine		++					++	++	Messelink et al., 2011

A.a. = *A. andersoni*, A.s. = *A. swirskii*, E.o. = *E. ovalis*, I.d. = *I. degenerans*, N.b. = *N. barkeri*, N.c. = *N. cucumeris*, T.l. = *T. limonicus*, T.m. = *T. montdorensis*.

2.6 Conclusies

- Roofmijten verschillen in hun ontwikkeling en eileg bij dezelfde temperaturen. Het is nauwelijks bekend wat deze verschillen zijn bij lagere temperaturen.
- Het bepalen van de “chill-coma-temperatuur” is een goede methode om de activiteit bij lagere temperaturen tussen roofmijtsoorten te vergelijken. Deze waarde is tot nu toe alleen bekend van de roofmijt *A. swirskii*.
- Bij alle 8 commercieel beschikbare roofmijtsoorten, met uitzondering van *N. barkeri*, is de gevoeligheid voor lagere luchtvochtigheid gemeten.
- De LH50, wat staat voor Lethal Humidity 50; de luchtvochtigheid waarbij 50 procent van de eieren niet meer uitkomt en sterft, is een goede maat voor droogtegevoeligheid.
- De meest droogtegevoelige soorten zijn *T. limonicus* en *T. montdorensis* en de meest ongevoelige soort is *I. degenerans*.
- Er is weinig literatuur te vinden over de effecten van licht op roofmijten. Bij één studie werd gevonden dat niet zozeer de lichtperiode, maar wel de lichtintensiteit een effect heeft op eileg. Deze was bij *N. cucumeris* lager bij lagere lichtintensiteit.
- Het is lastig om op basis van eerdere proeven met roofmijten in verschillende gewassen concrete voorspellingen te doen over prestaties in andere gewassen, omdat de presentaties altijd het resultaat zijn van effecten van een combinatie van factoren, zoals het type prooi, de klimaatomstandigheden en de gewaseigenschappen. Toch is er een aantal patronen te ontdekken:
 - De soorten *A. swirskii*, *E. ovalis* en *T. limonicus* zijn de meeste effectieve predatoren van wittevlieg
 - De soorten *I. degenerans* en *E. ovalis* lijken veel voordeel te hebben bij de aanwezigheid van nectar (inclusief extraflorale nectar) en stuifmeel en het is aannemelijk dat ze goed presteren in gewassen die hierin voorzien.
 - De roofmijt *T. montdorensis* lijkt het goed te doen op sterk behaarde planten. Op planten met gladde bladeren is er nog geen soort die er duidelijk beter presteert dan anderen.
- Het is aan te bevelen om de effecten van lage temperaturen, licht, plantbehaving en wisselende luchtvochtigheid op de verschillende roofmijtsoorten te onderzoeken.

3 Laboratoriumtesten (nog uit te voeren na positieve beoordeling fase 1 van het onderzoek)

3.1 Inleiding

Het functioneren van roofmijten onder verschillende klimaatomstandigheden kan het beste beoordeeld worden door te kijken naar de populatiegroei van roofmijten. Dit geeft aan hoe snel roofmijten kunnen reageren op een besmetting van plagen. Daarvoor zijn ontwikkelingssnelheid, eileg en mortaliteit (sterfte) de belangrijkste factoren. Naast populatiegroei is het goed te weten bij welke grenswaarden voor temperatuur roofmijten nog actief zijn. Dit geeft bijvoorbeeld aan of een gevestigde populatie in een koudere periode nog effect op plagen kan hebben. Bij de gewaseigenschappen speelt plantbehering een belangrijke rol. In overleg met de begeleidingscommissie worden 6 soorten roofmijten geselecteerd, waarbij het volgende wordt bepaald:

- a. Ontwikkelingssnelheid, mortaliteit en eileg bij 15, 20 en 25 °C bij een standaard dieet.
- b. Ontwikkelingssnelheid, mortaliteit en eileg bij 3 variaties van lichtintensiteit bij 20 °C op een standaard dieet
- c. Temperatuurondergrens voor activiteit van roofmijten
- d. Effect van plantbehering (type + dichtheid) op predatieactiviteit

4 Literatuur

- Abou-Awad, B. A., A. S. Reda, and S. A. Elswawi. 1992. Effects of artificial and natural diets on the developmental and reproduction of two phytoseiid mites *Amblyseius gossipi* and *Amblyseius swirskii* (Acari: Phytoseiidae). *Insect science and its application* 13:441-445.
- Allen, C. M. 2009. Thermal biology and behaviour of two predatory Phytoseiid mites: *Amblyseius swirskii* (Athias-Henriot) (Acari:Phytoseiidae) and *Phytoseiulus longipes* (Evans) (Acari:Phytoseiidae). PhD thesis. The University of Birmingham, Birmingham.
- Baier, B. and W. Karg. 1992. Untersuchungen zur Biologie, Ökologie und Effektivität oligophager Raubmilben unter besonderer Berücksichtigung von *Amblyseius barkeri* (Hughes) (Acarina: Phytoseiidae). *Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft* 281:1-87.
- Bale, J. S., C. M. Allen, and G. E. Hughes. 2009. Thermal ecology of invertebrate biological control agents: establishment and activity. Pages 57-65 in *Proceedings of the 3rd International Symposium on Biological Control of Arthropods*, Christchurch, New Zealand, 8-13 February, 2009. . USDA, Forest Health Technology Enterprise Team, Morgantown.
- Beerling E., R. van Holstein, A. van der Linden, J. Stolk, M. Zuijderwijk and C. van der Hoek. 2008. Geïntegreerde tripsbestrijding in chrysant. *Wageningen UR Glastuinbouw. Nota* 559.
- Bolckmans, K., Y. v. Houten, and H. Hoogerbrugge. 2005. Biological control of whiteflies and western flower thrips in greenhouse sweet peppers with the phytoseiid predatory mite *Amblyseius swirskii* Athiashenriot (Acari: Phytoseiidae). (USDA Forest Service Publication FHTET-2005-08). Pages 555-565 *Second International Symposium on Biological Control of Arthropods*, Davos, Switzerland, 12-16 September, 2005. United States Department of Agriculture, Forest Service, Washington.
- Bonde, J. 1989. Biological studies including population growth parameters of the predatory mite *Amblyseius barkeri* (Acarina: Phytoseiidae) at 25 °C in the laboratory. *Entomophaga* 34 (2):275-287.
- Buitenhuis, R., L. Shipp, and C. Scott-Dupree. 2010. Intra-guild vs extra-guild prey: effect on predator fitness and preference of *Amblyseius swirskii* (Athias-Henriot) and *Neoseiulus cucumeris* (Oudemans) (Acari: Phytoseiidae). *Bulletin of Entomological Research* 100:167-173.
- Croft, B. A., R. H. Messing, J. E. Dunley, and W. B. Strong. 1993. Effects of humidity on eggs and immatures of *Neoseiulus fallacis*, *Amblyseius andersoni*, *Metaseiulus occidentalis* and *Typhlodromus pyri* (Phytoseiidae) - implications for biological-control on apple, cranberry, strawberry and hop. *Experimental & applied acarology* 17:451-459.
- Duso, C., Camporese, P. 1991. Developmental times and oviposition rates of predatory mites *Typhlodromus pyri* and *Amblyseius andersoni* (Acari: Phytoseiidae) reared on different foods.
- Ferrero, M., C. Gigot, M. S. Tixier, Y. M. v. Houten, and S. Kreiter. 2010. Egg hatching response to a range of air humidities for six species of predatory mites. *Entomologia Experimentalis Et Applicata* 135:237-244.
- Hatherly, I. S., J. S. Bale, K. F. A. Walters, and M. R. Worland. 2004. Thermal biology of *Typhlodromips montdorensis*: implications for its introduction as a glasshouse biological control agent in the UK. *Entomologia Experimentalis Et Applicata* 111:97-109.
- Hazell, S. P., B. P. Pedersen, M. R. Worland, T. M. Blackburn, and J. S. Bale. 2008. A method for the rapid measurement of thermal tolerance traits in studies of small insects. *Physiological Entomology* 33:389-394.
- Hoogerbrugge, H., Y. v. Houten, M. Knapp, and K. Bolckmans. 2011a. Biological control of greenhouse whitefly on roses with phytoseiid mites. *IOBC/wprs Bulletin* 68:59-63.
- Hoogerbrugge, H., Y. v. Houten, M. Knapp, and K. Bolckmans. 2011b. Biological control of thrips and whitefly on strawberries with *Amblydromalus limonicus* and *Amblyseius swirskii*. *IOBC/wprs Bulletin* 68:65-69.

Loughner, R., J. Nyrop, K. Wentworth, and J. Sanderson. 2011. Effects of supplemental pollen and fibers on canopy abundance of *Amblyseius swirskii*. IOBC/wprs Bulletin 68:105-109.

Manjunatha, M., S. G. Hanchinal, and S. V. Kulkarni. 2001. Life history of *Amblyseius ovalis* (Phytoseiidae: Acari) and impact of different diets and arena on multiplication of the predator. Karnataka Journal of Agricultural Sciences 14:326-331.

McMurtry, J. A. and B. A. Croft. 1997. Life-styles of phytoseiid mites and their role in biological control. Annual Review of Entomology 42:291-321.

Messelink, G., S. van Steenpaal, R. van Holstein-Saj, W. van Wensveen, E. de Groot, M. van Slooten and P. Ramakers. 2005. Nieuwe predatoren van trips en witte vlieg voor komkommer. PPO-rapport.

Messelink, G. and E. de Groot. 2005. Bestrijding van trips in aubergine met roofmijten. PPO-rapport.

Messelink, G. J., S. E. F. Van Steenpaal, and P. M. J. Ramakers. 2006. Evaluation of phytoseiid predators for control of western flower thrips on greenhouse cucumber. BioControl 51:753-768.

Messelink, G. J., R. van Maanen, S. E. F. van Steenpaal, and A. Janssen. 2008. Biological control of thrips and whiteflies by a shared predator: Two pests are better than one. Biological Control 44:372-379.

Messelink, G. J., R. Van Maanen, R. Van Holstein-Saj, M. W. Sabelis, and A. Janssen. 2010. Pest species diversity enhances control of spider mites and whiteflies by a generalist phytoseiid predator. BioControl 55:387-398.

Messelink G., R. van Holstein-Saj and E. de Groot. 2010. Evaluatie nieuwe wittevliegpredatoren op tomaat. Rapport GTB-324.

Messelink, G., R. van Holstein-Saj and L. Kok. 2012. Vergelijking roofwantsen en roofmijten in aubergine. Rapport GTB-1152.

Park, H. H., L. Shipp, R. Buitenhuis, and J. J. Ahn. 2011. Life history parameters of a commercially available *Amblyseius swirskii* (Acari: Phytoseiidae) fed on cattail (*Typha latifolia*) pollen and tomato russet mite (*Aculops lycopersici*). Journal of Asia-Pacific Entomology 14:497-501.

Pijnakker, J., H. Hoogerbrugge, G. Scholte-Wassink, L. Kok and D. van den Berg. 2006. Roofmijten tegen kaswittevlieg, *Trialeurodes vaporariorum*, in gerbera. PPO rapport.

Pijnakker, J. G. Scholte Wassink, L. Kok, G. van Leeuwen and P. Ramakers. 2007. Screening van natuurlijke vijanden van orchideetrips in snij-anthurium. PPO rapport.

Pijnakker, J., P. Ramakers, R. van Holstein-Saj, L. Kok, E. de Groot and A. Leman. 2008a. Bestrijding van tabakswittevlieg, *Bemisia tabaci* met roofmijten in poinsettia. Rapport Wageningen UR Glastuinbouw.

Pijnakker, J., P. Ramakers, A. van der Linden, L. Kok, E. de Groot, R. van Holstein and N. Garcia. 2008b. Geïntegreerde bestrijding in roos onder glas. Wageningen UR Glastuinbouw. Rapport 179.

Pijnakker, J. and P. M. J. Ramakers. 2008. Predatory mites for biocontrol of Western Flower Thrips, *Frankliniella occidentalis* (Pergande), in cut roses. IOBC/wprs Bulletin 32:171-174.

Pijnakker J. and Leman, A. 2011. Geïntegreerde bestrijding van trips in roos: evaluatie van nieuwe roofmijten. Rapport GTB-1078.

Sengonca, C., T. Zegula, and P. Blaeser. 2004. The suitability of twelve different predatory mite species for the biological control of *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae). Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz 111:388-399.

Shih, C. I. T., H. Y. Chang, P. H. Hsu, and Y. F. Hwang. 1993. Responses of *Amblyseius ovalis* (Evans) (Acarina: Phytoseiidae) to natural food resources and two artificial diets Experimental & applied acarology 17:503-519.

Steiner, M. Y., S. Goodwin, T. M. Wellham, I. M. Barchia, and L. J. Spohr. 2003a. Biological studies of the Australian predatory mite *Typhlodromalus lailae* (Schicha) (Acari : Phytoseiidae). Australian Journal of Entomology 42:131-137.

Steiner, M. Y., S. Goodwin, T. M. Wellham, I. M. Barchia, and L. J. Spohr. 2003b. Biological studies of the Australian predatory mite *Typhlodromips montdorensis* (Schicha) (Acari : Phytoseiidae), a potential biocontrol agent for western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera : Thripidae). Australian Journal of Entomology 42:124-130.

Van der Linden, A., E. de Groot, W. van Wensveen and P. Ramakers. 2009. Passende roofmijten tegen trips en galmuggen tegen bladluis in potanthurium. Wageningen UR Glastuinbouw. Rapport 312.

Van Houten, Y. M. and R. L. Veenendaal. 1990. Effects of photoperiod, temperature, food and relative humidity on the induction of diapause in the predatory mite *Amblyseius potentillae*. Experimental & applied acarology 10:111-128.

van Houten, Y. M., P. C. J. van Rijn, L. K. Tanigoshi, P. van Stratum, and J. Bruin. 1995. Preselection of predatory mites to improve year-round biological control of western flower thrips in greenhouse crops. Entomologia Experimentalis Et Applicata 74:225-234.

van Rijn, P. C. J. and L. K. Tanigoshi. 1999. Pollen as food for the predatory mites *Iphiseius degenerans* and *Neoseiulus cucumeris* (Acari: Phytoseiidae): dietary range and life history. Experimental and Applied Acarology 23:785-802.

Vantornhout, I., H. L. Minnaert, L. Tirry, and P. d. Clercq. 2005. Influence of diet on life table parameters of *Iphiseius degenerans* (Acari: Phytoseiidae). Experimental and Applied Acarology 35:183-195.

Williams, M. E. D., L. Kravar-Garde, J. S. Fenlon, and K. D. Sunderland. 2004. Phytoseiid mites in protected crops: the effect of humidity and food availability on egg hatch and adult life span of *Iphiseius degenerans*, *Neoseiulus cucumeris*, *N. californicus* and *Phytoseiulus persimilis* (Acari : Phytoseiidae). Experimental and Applied Acarology 32:1-13.

Wimmer, D., D. Hoffmann, and P. Schausberger. 2008. Prey suitability of western flower thrips, *Frankliniella occidentalis*, and onion thrips, *Thrips tabaci*, for the predatory mite *Amblyseius swirskii*. Biocontrol Science and Technology 18:541-550.

Zilahl-Balogh, G. M. G., J. L. Shipp, C. Cloutier, and J. Brodeur. 2007. Predation by *Neoseiulus cucumeris* on western flower thrips, and its oviposition on greenhouse cucumber under winter vs. summer conditions in a temperate climate. Biological Control 40:160-167.